

## Pengenalan Makroinvertebrata Benthik sebagai Bioindikator Pencemaran Perairan Sungai pada Siswa di Wonosalam, Mojokerto, Jawa Timur

### (Introduction of Benthic Macroinvertebrates as Bioindicators of River Waters Pollution to Students in Wonosalam, Mojokerto, East Java)

Nirmala Firdhausi<sup>1\*</sup>, Arum Wismaningsih<sup>2</sup>, Kukuh Irianto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Jl. Ahmad Yani No.117, Jemur Wonosari, Wonocolo, Surabaya 60237.

<sup>2</sup> Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Wonosalam, Notorejo, Wonosalam, Jombang, Jawa Timur 61476.

\*Penulis Korespondensi: [nirmala\\_firdhausi@yahoo.com](mailto:nirmala_firdhausi@yahoo.com)

Diterima Desember 2018/Disetujui Agustus 2019

#### ABSTRAK

Sungai di Wonosalam merupakan hulu dari sungai-sungai yang mengalir di wilayah Mojokerto dan Jombang. Sebagai wilayah hulu maka perlu dilaksanakan pemantauan kualitas air sungai tersebut agar pencemaran yang terjadi dapat terdeteksi secara dini. Kegiatan pemantauan kualitas air sungai dapat dilaksanakan dengan menggunakan indikator makroinvertebrata benthik. Tujuan kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini adalah mengenalkan metode pemantauan kualitas air dengan menggunakan makroinvertebrata benthik sebagai bioindikator pada pelajar di wilayah kecamatan Wonosalam. Sasaran utama kegiatan ini adalah siswa Pelajar di SMPN I Wonosalam. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah ceramah, praktik langsung, dan diskusi. Kegiatan pengenalan makroinvertebrata benthik sebagai bioindikator pencemaran pada siswa SMPN I Wonosalam telah dilaksanakan dengan sangat baik, yakni siswa sangat antusias dalam kegiatan pelaksanaan dari awal hingga akhir, siswa cukup aktif dalam proses pengambilan sampel hingga proses identifikasi, terdapat peningkatan pemahaman mengenai bioindikator dan siswa mampu membedakan kelompok dan EPT (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, dan *Trichoptera*) serta non-EPT. Berdasarkan hasil pengambilan sampel yang dilaksanakan oleh siswa, makroinvertebrata benthik hasilnya memperlihatkan bahwa nilai kualitas sungai Sumber Bengawan adalah sebesar 6,25, yang menunjukkan bahwa sungai Sumber Bengawan tidak tercemar.

Kata kunci: biomonitoring, makroinvertebrata, pelatihan, pencemaran

#### ABSTRACT

The river in Wonosalam is upstream of the rivers that flow in the Mojokerto and Jombang regions. As an upstream area, monitoring water quality of the river is needed so that pollution can be detected early. Water quality monitoring activities can be carried out using benthic macroinvertebrates indicator. The purpose of this PKM activity was to introduce water quality monitoring methods used benthic macroinvertebrates as bioindicators for students in the Wonosalam sub-district area. The main target of this activity is students of SLTPN 1 Wonosalam. The method used was lecturing, direct practicing, and discussion. Introduction of the benthic macroinvertebrates as a bioindicator was carried out very well: the students were very enthusiastic in the implementation activities from beginning to end, the students were quite active in the sampling process until the identification process, there was an increase in the students knowledge about bioindicators and the students were able to distinguish groups, EPT (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, and *Trichoptera*) and non-EPT. Based on benthic macroinvertebrate sampling the result showed that the value of the Sumber Bengawan river are 6.25, indicated that Sumber Bengawan river was not polluted.

Keywords: biomonitoring, macroinvertebrates, pollution, training

#### PENDAHULUAN

Sungai adalah salah satu ekosistem yang paling terancam di dunia. Beberapa kegiatan di negara-negara berkembang menyebabkan pencemaran, di antaranya adalah pertanian, aktivitas

masyarakat, dan industri. Pencemaran yang ditimbulkan dapat bersifat lokal, regional bahkan internasional. Pestisida digunakan secara berlebihan untuk menghasilkan panen yang optimal dalam kegiatan pertanian. Bahan pestisida mengandung senyawa organik persisten (POPs)

yang berbahaya bagi makhluk hidup. Selain pestisida sungai-sungai tercemari bahan kimia dan logam-logam berat dari limbah industri. Logam berat dalam sistem akuatik dapat diproduksi secara alami akibat pengikisan tanah/bebatuan, yang biasanya pada tingkat rendah tidak menyebabkan efek merusak yang serius pada kesehatan manusia (Chang *et al.* 2013). Keberadaan logam yang melebihi batas ambang akan merusak organ dan mengganggu sistem metabolisme tubuh (World Resources Institute 2001).

Keberadaan polutan tersebut memberikan ancaman terhadap kesehatan tubuh manusia. Manusia dapat terpapar polutan melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi air sungai yang tercemar. Pemantauan kualitas air perlu dilaksanakan untuk mengurangi dampak negatif polutan bagi manusia dan organisme lain yang hidup di perairan tersebut (Liang *et al.* 2004). Pemantauan kualitas air sungai dapat dilakukan dengan berbagai cara baik secara kimiawi ataupun secara biologis. Pemantauan secara sederhana dan relatif cukup murah adalah dengan menggunakan metode bioindikator (Jain *et al.* 2010). Bioindikator adalah organisme ataupun sekelompok organisme yang keberadaannya dapat menggambarkan kondisi lingkungan tertentu. Kelompok-kelompok makhluk hidup yang biasa digunakan untuk memantau kualitas air adalah dari kelompok makroinvertebrata benthik (Parmar *et al.* 2016). Makroinvertebrata benthik adalah kelompok hewan tidak bertulang belakang yang hidup di dasar sungai bersembunyi pada bebatuan atau pada substrat lumpur. Keuntungan penggunaan makroinvertebrata benthik sebagai hewan indikator pencemaran adalah karena hidupnya yang menetap pada suatu wilayah tertentu dan tidak berpindah-pindah. Sehingga keberadaannya sangat sensitif pada paparan polutan (Rahayu 2009).

Wonosalam merupakan salah satu kecamatan yang berada di lereng Gunung Anjasmoro, Kabupaten Jombang, Jawa Timur. Sungai yang berada di Kecamatan Wonosalam ini merupakan hulu dari sungai-sungai yang mengalir ke wilayah Jombang dan Mojokerto. Sebagai wilayah hulu maka kualitas perairan sungai di Wonosalam harus tetap terjaga agar tetap mengalirkan air yang layak untuk keperluan hidup manusia dan organisme lain di wilayah hilir. Upaya menjaga kualitas perairan sungai adalah dengan me-

lakukan pemantauan secara berkala, sehingga apabila terdapat pencemaran yang melebihi batas dapat terdeteksi secara dini.

Pemantauan lingkungan hidup terutama sungai adalah tugas dan kewajiban seluruh lapisan masyarakat. Oleh karena itu, metode pemantauan dengan menggunakan bioindikator makroinvertebrata benthik ini perlu dikenalkan kepada masyarakat baik di tingkat pemula ataupun masyarakat umum. Pada tingkat pemula metode ini dapat dikenalkan pada para pelajar di tingkat SLTP maupun SMU. Pengenalan makroinvertebrata benthik sebagai bioindikator pencemaran perairan ini juga memberikan implikasi positif pada mata pelajaran ilmu pengetahuan alam (IPA). Dimana materi IPA (pengelompokan hewan invertebrata) dapat diintegrasikan dengan baik pada kegiatan pemantauan kualitas air dengan menggunakan metode bioindikator makroinvertebrata benthik.

Pembelajaran integratif tidak mengharuskan siswa mengingat semua fakta dan teori yang mereka dapatkan di kelas. Pembelajaran integratif menekankan pada kemampuan siswa untuk merumuskan masalah, hubungan, hipotesis, dan menganalisis kemungkinan-kemungkinan yang terjadi. Siswa perlu dilatih untuk menemukan suatu masalah, menyusun penjelasan dari hipotesis yang telah diajukan, serta membuat suatu kesimpulan (Eggen & Kaouchak 2012).

Kurangnya pengetahuan mengenai upaya pemantauan kualitas air sungai mengakibatkan pencemaran sungai tidak terdeteksi secara cepat, sehingga merusak ekosistem sungai. Tujuan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini adalah mengenalkan metode pemantauan kualitas air dengan menggunakan makroinvertebrata benthik sebagai bioindikator pada pelajar di wilayah kecamatan Wonosalam.

## METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

### Waktu dan Tempat

Kegiatan PKM dilaksanakan pada bulan November 2018. Kegiatan pembekalan (ceramah) dan diskusi dilaksanakan di SMPN 1 Wonosalam, Kabupaten Jombang, Jawa Timur. Praktik langsung pengambilan sampel makroinvertebrata benthik dan proses identifikasi dilaksanakan di tiga titik aliran Sungai Sumber Bengawan di Kecamatan Wonosalam.

## Objek Dampingan

Objek dampingan dalam kegiatan kali ini adalah pelajar perwakilan dari kelas VII, VIII, dan IX SMPN 1 Wonosalam, Kabupaten Jombang. Seluruh siswa dampingan berjumlah 25 orang. Pendamping kegiatan berjumlah tiga orang, yakni 1 orang dari Dosen UIN Sunan Ampel, 1 orang dari Guru SMPN 1 Wonosalam, dan 1 orang dari LSM Pegiat Lingkungan.

Alasan pemilihan siswa SMPN 1 Wonosalam adalah mengingat lokasi sekolah yang terletak dekat dengan aliran Sungai Sumber Bengawan. Sungai yang dipilih sebagai lokasi pengambilan sampel adalah Sungai Sumber Bengawan. Sungai ini merupakan bagian hulu sungai yang ada di wilayah lereng Gunung Anjasmoro. Pengambilan sampel makroinvertebrata benthik dilakukan pada tiga titik di wilayah aliran sungai ini. Penentuan titik lokasi lebih ditekankan pada kemudahan akses dalam pengambilan sampel mengingat keselamatan dari peserta.

## Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel makroinvertebrata di antaranya adalah jaring (<200 mesh) untuk menangkap sampel dari dasar air, loyang plastik sebagai tempat substrat sungai, sendok plastik, dan pinset untuk mengangkat sampel makroinvertebrata yang didapatkan, kuas untuk mengambil sampel yang menempel pada bebatuan, dan cetakan es sebagai tempat pengelompokan dan pengamatan sampel. Sampel makroinvertebrata yang didapatkan kemudian diidentifikasi berdasarkan lembar panduan identifikasi biotilik (Ecoton 2013). Lahan yang digunakan adalah aquades, kertas lakmus, dan alkohol 70%.

## Metode

Sebelum kegiatan di lapangan dilaksanakan, siswa dibekali materi terlebih dahulu mengenai pencemaran perairan, beberapa metode pemantauan, tujuan, serta manfaat kegiatan. Pembekalan materi lebih lanjut ditekankan pada cara pemantauan kualitas air dengan menggunakan makroinvertebrata benthik. Siswa diberi penjelasan mengenai cara pengambilan sampel, identifikasi makroinvertebrata hingga cara penghitungan hasil pengamatan untuk menentukan kualitas air sungai.

Proses pendampingan di lapangan dilaksanakan dengan membagi peserta menjadi tiga kelompok. Masing-masing kelompok berjumlah 6–7 orang siswa dengan satu orang pendamping. Masing-masing kelompok me-

nempati titik lokasi yang telah ditentukan sebelumnya. Titik lokasi pengambilan sampel diambil pada wilayah yang beraliran tenang (lambat).

Pengambilan sampel pada setiap titik dilaksanakan pada tiga tempat, yakni bagian tepi kanan kiri, dan tengah sungai. Jaring yang telah disediakan dimasukkan ke aliran sungai untuk kemudian batu-batu di sekitarnya digoyang-goyang agar makroinvertebrata yang menempel bergerak masuk ke dalam jaring. Jaring diangkat untuk kemudian substrat dan makroinvertebrata yang didapat dituang ke dalam Loyang. Makroinvertebrata diambil menggunakan sendok ataupun pinset dan dimasukkan ke cetakan es untuk dikelompokkan sesuai dengan kemiripan morfologi. Substrat yang ikut terangkat dalam jaring diamati karena kemungkinan terdapat makroinvertebrata yang menempel.

Makroinvertebrata yang didapat kemudian diidentifikasi, kemudian dikelompokkan dalam dua golongan, yakni EPT (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, dan *Trichoptera*) dan non-EPT kemudian dihitung dan dianalisis. Untuk menghitung indeks biotilik digunakan rumus berikut:

$$\text{Indeks biotilik} = \frac{\sum t_i \times n_i}{N}$$

Keterangan:  $t_i$  = Skor biotilik,  $n_i$  = Jumlah individu ke  $i$ ,  $N$  = Jumlah total individu.

Perhitungan persentase kelimpahan EPT menggunakan rumus berikut:

$$\text{EPT} = (n \text{ EPT} / N)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses kegiatan

Proses kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) pengenalan jenis-jenis makroinvertebrata benthik sebagai bioindikator pencemaran sungai dibagi menjadi tiga. Kegiatan diawali dengan proses survei lokasi dan objek dampingan yang akan dilatih. Alasan pengambilan Kecamatan Wonosalam adalah melihat lokasinya yang berada di lereng Gunung Anjasmoro sehingga sungai-sungai yang berada disana merupakan bagian hulu sungai. Survei objek dampingan dilaksanakan secara selektif. Alasan dipilihnya pelajar sebagai objek dampingan adalah mengingat pelajar merupakan generasi muda yang perlu dibekali ilmu, adab, dan etika pelestarian lingkungan. Sehingga nantinya akan terbentuk agen-agen pemerhati lingkungan yang akan menggerakkan

masyarakat untuk lebih mencintai lingkungan terutama sungai. Salah satu alasan pemilihan siswa SMPN 1 Wonosalam disebabkan karena sekolah ini merupakan sekolah adiwiyata yang memiliki konsep sekolah peduli lingkungan hidup.

Setelah proses survei kegiatan inti dilaksanakan selama 2 hari dimana di hari pertama dilaksanakan kegiatan ceramah sosialisasi dan pengarahan kegiatan. Siswa dibekali dengan materi dasar pencemaran dan penjabaran jenis-jenis makroinvertebrata bentik yang biasa digunakan sebagai bioindikator (Gambar 1). Hal ini dilakukan agar siswa sudah mengenal dan mengetahui ciri morfologi dari masing-masing hewan tersebut. Pengarahan juga berisi penjelasan maksud dan tujuan kegiatan, mekanisme kegiatan di lapangan, cara penggunaan alat, cara pengambilan sampel, dan cara menganalisis data yang telah diperoleh. Pembagian lembar panduan dan angket awal penilaian kepeahaman siswa mengenai penggunaan makroinvertebrata bentik sebagai bioindikator pencemaran juga diberikan pada kegiatan awal ini.

Pengarahan proses identifikasi merupakan kegiatan yang lebih membutuhkan detail dan waktu yang cukup banyak. Peserta dijelaskan secara rinci mengenai cara identifikasi dan contoh cara penghitungan sampel makroinvertebrata yang didapatkan. Larangan-larangan selama kegiatan juga dipaparkan agar kegiatan berjalan dengan lancar.

Pada hari kedua dilaksanakan praktik kegiatan pengambilan sampel hewan makroinvertebrata di sungai Sumber Bengawan oleh peserta (Gambar 2). Tiga kelompok yang telah dibentuk sebelumnya menempati lokasi yang telah ditentukan. Kegiatan praktik pengambilan sampel makroinvertebrata bentik berjalan dengan baik. Sampel hewan makroinvertebrata ini kemudian dikumpulkan dan dibawa ke tepi sungai untuk diidentifikasi. Tidak ada kesulitan yang berarti dalam pelaksanaan ini karena metode biomonitoring ini cukup mudah untuk dipahami hanya membutuhkan ketelitian dalam proses identifikasi. Setelah proses identifikasi selesai siswa didampingi dalam proses penghitungan dan penarikan hasil kesimpulan mengenai kualitas Sungai Sumber Bengawan.

Setelah proses penarikan kesimpulan selesai, peserta diberi arahan mengenai pentingnya menjaga kesehatan dan kelestarian sungai serta manfaat dari monitoring kualitas air. Dalam arahan ini ditekankan agar siswa mampu menjaga kualitas Sungai Sumber Bengawan agar



Gambar 1 Proses pengarahan kegiatan oleh pendamping.



Gambar 2 Proses pengambilan sampel makroinvertebrata bentik.

tetap bersih dan kemudian mampu menyampaikan kepada orang lain mengenai pentingnya menjaga lingkungan terutama sungai.

### Hasil Sampling dan Identifikasi Makroinvertebrata Bentik oleh Para Siswa

Parameter yang digunakan untuk melihat kualitas air Sungai Sumber Bengawan adalah kehadiran hewan EPT dan non-EPT, presentase nilai EPT dan nilai *family* indeks biotilik. EPT merupakan kepanjangan dari *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, dan *Trichoptera* yang merupakan jenis makroinvertebrata bentik yang digunakan untuk melihat kualitas air sungai.

Pada pengambilan sampel makroinvertebrata bentik di aliran Sungai Sumber Bengawan didapatkan 24 famili hewan makroinvertebrata yang mana 15 di antaranya adalah organisme non EPT dan organisme 9 EPT (Tabel 1). Makroinvertebrata jenis EPT sangat sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan perairan. Jenis makroinvertebrata ini hanya mampu hidup pada kondisi air yang bersih dan sehat. Sedikit polusi yang masuk badan air akan menyebabkan turunnya jumlah populasi organisme EPT. Proses pencemaran akan terdeteksi jika jumlah populasi EPT menurun dan dijumpai pula organisme yang toleran terhadap polusi (Cobo *et al.* 2017)

Berdasarkan hasil perhitungan para siswa didapatkan kelimpahan EPT adalah sebesar

60,8%. Keberadaan makroinvertebrata jenis EPT sangat tergantung pada kebersihan dan ketersediaan bahan makanan yang berasal dari vegetasi yang ada di sepanjang sungai (Li *et al.* 2010). Vegetasi yang ada di sepanjang aliran sungai sumber bengawan relatif masih lebat dan beraneka ragam sehingga mendukung keberlangsungan hidup makroinvertebrata jenis EPT.

Nilai indeks tingkat sensitifitas dari sungai sumber bengawan berdasarkan dari perhitungan para siswa adalah sebesar 3,1%. Hasil pengolahan data sampel makroinvertebrata dari Sungai Sumber Bengawan setelah dicocokkan dengan rentang skor untuk jumlah famili, famili EPT, nilai persentase kelimpahan EPT, dan nilai indeks biotilik adalah sebesar 6,25 (Tabel 2). Nilai ini menunjukkan bahwa Sungai Sumber Bengawan tidak tercemar berdasarkan standar yang telah ditentukan (Rush 2010).

Nilai indeks biotilik yang menunjukkan Sungai Sumber Bengawan tidak tercemar didukung dengan kondisi di lapangan di mana air sangat jernih sedikit sekali terlihat sampah buangan rumah tangga di sekitar aliran atau di badan sungai. Kondisi substrat yang berbatu sangat memengaruhi tingkat kejernihan dari Sungai Sumber Bengawan. Berdasarkan hasil pengukuran dengan alat sederhana hasil modifikasi dapat dilihat tingkat kejernihan air sungai sumber bengawan mencapai 60 cm, dan pH dari air Sungai Sumber Bengawan sebesar 5,0.

Hasil kesimpulan ini kemudian dijadikan bahan arahan untuk para siswa SMPN 1 Wonosalam agar dapat terus mempertahankan tingkat kualitas Sungai Sumber Bengawan. Cara yang dapat disarankan untuk para siswa adalah dengan mensosialisasikan kepada orang terdekat termasuk di antaranya adalah saudara, tetangga, dan teman untuk tidak membuang limbah rumah tangga ke sungai.

Setelah kegiatan selesai kemudian dilaksanakan kegiatan evaluasi di mana siswa diminta mengisi angket kedua. Hasil angket kemudian dibandingkan dengan angket pertama untuk dilihat apakah terdapat peningkatan pemahaman atau tidak. Berdasarkan hasil angket dapat dilihat terdapat peningkatan pemahaman mengenai bioindikator di mana terdapat peningkatan sebesar 56% (Tabel 3). Metode yang mudah dengan panduan yang jelas memudahkan siswa untuk memahami kegiatan ini dalam waktu singkat. Namun perlu pembelajaran lanjut mengenai proses identifikasi melihat persentase peningkatan hanya berkisar 44%. Kegiatan pemantauan

Tabel 1 Famili hewan EPT (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, dan *Trichoptera*) dan non-EPT yang ditemukan di wilayah aliran Sungai Sumber Bengawan

Famili	Skor biotilik	Jumlah individu
<b>EPT</b>		
Leptophlebiae-A	4	5
Leptophlebiae-C	4	1
Heptagenidae - A	3	1
Baetidae - A	3	1
Baetidae - B	3	4
Baetidae - C	3	2
Perlidae	4	2
Polycentropodidae	3	1
Hydropsychidae	3	12
Total		39
<b>non-EPT</b>		
Agridae	3	3
Amphipterygidae	4	4
Ghompidae	4	2
Corixidae	2	4
Vellidae	3	2
Gerridae	2	1
Scymizidae	3	1
Tipulidae	3	1
Parathelphusidae	2	6
Lymnaeidae	2	2
Thruridae - A	2	1
Thruridae - B	2	17
Dugesidae	2	1
Erpobdellidae	1	3
Tubificidae	1	2
Total		36

Tabel 2 Jumlah familia dan kelimpahan EPT (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, dan *Trichoptera*) serta indeks tingkat sensitivitas di perairan Sungai Sumber Bengawan

Parameter	Nilai	Skor biotilik
Jumlah famili	24,00	4,00
Jumlah famili EPT	15,00	4,00
Kelimpahan EPT	39,13	3,00
Indeks biotilik	3,10	3,00
Rata-rata		6,25

kualitas air sungai ini direspons positif oleh pihak sekolah untuk dilanjutkan sebagai agenda kegiatan rutin.

## SIMPULAN

Kegiatan pengenalan jenis-jenis makroinvertebrata benthik sebagai bioindikator pencemaran air sungai pada siswa SMPN 1

Tabel 3 Persentase hasil pengisian angket pemahaman siswa sebelum dan sesudah kegiatan pengenalan jenis-jenis makroinvertebrata benthik sebagai bioindikator pencemaran

Komponen	Sebelum kegiatan (%)		Sesudah kegiatan (%)	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Paham tentang pencemaran	96	4	100	0
Memahami pentingnya pemantauan pencemaran air sungai	60	40	92	8
Paham istilah bioindikator	16	84	72	28
Mampu membedakan organisme EPT dan non EPT	0	100	44	66
Melaksanakan kegiatan pemantauan kualitas sungai secara rutin	0	100	96	4
Mau mengajak keluarga dan masyarakat sekitar untuk mengurangi pencemaran sungai	80	20	100	0

Wonosalam telah dilaksanakan dengan sangat baik dan sesuai dengan tujuan. Terdapat peningkatan pemahaman tentang bioindikator sebesar 56%. Siswa sangat antusias dalam pelaksanaan kegiatan dari awal hingga akhir. Siswa cukup aktif dalam proses pengambilan sampel hingga proses identifikasi. Berdasarkan hasil pengambilan sampel makroinvertebrata benthik yang dilaksanakan oleh siswa, nilai indeks biotilik adalah sebesar 6,25 yang menunjukkan bahwa Sungai Sumber Bengawan tidak tercemar. Diharapkan setelah kegiatan pelatihan dan pendampingan ini siswa dan guru dapat terus mempertahankan kegiatan pemantauan kualitas air sungai. Kegiatan dilakukan secara kontinu sehingga memberikan hasil yang jelas mengenai kondisi Sungai Sumber bengawan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cobo RJ, Everaert G, Iñiguez-Vela X, Córdova-Vela G, Díaz-Granda C, Cisneros F, Nopens I, Goethals PLM. 2017. A Methodology to Model Environmental Preferences of EPT Taxa in the Machangara River Basin (Ecuador). *Water*. 195(9): 1–31. <https://doi.org/10.3390/w9030195>
- Chang CHW, Tan LYY, Goh BPL. 2013. Development of a Toxicity Bioassay Using Fertilisation in the Green Mussel, *Perna viridis*, from Exposure to Copper and Cadmium Environment. *Asian Youth Journal Of Biology*. 2013(1): 1–12.
- Ecoton. 2013. *Panduan Biotilik Untuk Pemantauan Kesehatan Daerah Aliran Sungai*. Gresik (ID): Ecoton.
- Eggen P, Donk K. 2012. *Strategi dan Model Pembelajaran*. Terjemahan oleh: Satrio Wahono. Jakarta (ID): PT Indeks.
- Jain A, Singh BN, Singh SP, Singh HB, Singh S. 2010. Exploring Biodiversity as Bioindicators for Water Pollution. In: *National Conference on Biodiversity, Development and Poverty Alleviation*. On 22<sup>nd</sup> May 2010.
- Li L, Zheng B, Liu L. 2010. Biomonitoring and Bioindicators Used for River Ecosystems: Definitions, Approaches and Trends. *Procedia Environmental Sciences*. 2: 1510–1524. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.164>
- Liang LN, Hu JT, Chen DY, Zhou QF, He B, Jiang GB. 2004. Primary Investigation of Heavy Metal Contamination Status in Molluscs Collected from Chinese Coastal Sites. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 72(5): 937–944.
- Parmar TK, Rawtani D, Agrawal YK. 2016. Bioindicators: The Natural Indicator of Environmental Pollution. *Frontiers in Life Science*. 9(2): 110–118. <https://doi.org/10.1080/21553769.2016.1162753>
- Rahayu S, Widodo RH, van Noordwijk M, Suryadi I, Verbist B. 2009. *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*. Bogor (ID): World Agroforestry Centre.
- Mekong River Commission. 2010. *Biomonitoring Methods for the Lower Mekong Basin*. Vientiane (LA): Mekong River Commission.
- World Resources Institute. 2001. *Part 2: Taking stock of ecosystem*. In: *World Resources Institute (Ed) World Resources 2000-2001*. Washington, DC (US): Elsevier. pp. 43–145. <https://doi.org/10.1016/B978-008043781-1.50002-5>.